

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: ROLAND CWIK ET AL.

Serial No.: 09/927,909                      Group Art Unit:

Filed: AUGUST 13, 2001              Examiner:

Title: DEVICE FOR FEEDING EDUCTS TO PARALLEL SPACES

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

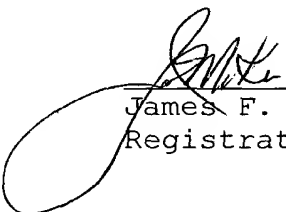
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 10039592, filed in Germany on August 12, 2000, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

December 28, 2001

  
James F. McKeown  
Registration No. 25,406

CROWELL & MORING, LLP  
P.O. Box 14300  
Washington, DC 20044-4300  
Telephone No.: (202) 624-2500  
Facsimile No.: (202) 628-8844



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 39 592.9

**Anmeldetag:** 12. August 2000

**Anmelder/Inhaber:** XCELLSIS GmbH, Kirchheim unter Teck/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Zuführung von Edukten zu parallelen Räumen

**IPC:** B 01 D, B 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. September 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

XCELLSIS GmbH  
Stuttgart

FTP/S - kau  
03.08.2000

Vorrichtung zur Zuführung von Edukten zu parallelen Räumen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zuführung von Edukten zu parallelen Räumen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Modular aufgebaute sogenannte Stapelreaktoren aus mehreren aufeinanderfolgend angeordneten Katalysatorscheiben finden aufgrund ihrer Kompaktheit und ihrer einfach an jede festkörperkatalysierte Reaktion anzupassende Konstruktion immer weitere Verbreitung. Ein besonders wichtiges Einsatzgebiet stellen dabei Brennstoffzellen dar, die insbesondere in Kraftfahrzeugen Verwendung finden können. Dabei wird zuerst Wasserstoff aus einem Gemisch eines Kohlenwasserstoffes, worunter herkömmlicherweise auf diesem Gebiet auch Alkohole, Aldehyde, Ketone und dergleichen fallen, und Wasser gewonnen. Diese Reaktion wird allgemein als Kohlenwasserstoffreformierung bezeichnet (Ullmann's Encyklopädie der technischen Chemie Band 12, S. 113-136, Verlag Chemie, Weinheim 1976). Das vorzugsweise in der Dampfphase vorliegende Gemisch aus dem Kohlenwasserstoff, insbesondere Methanol, und Wasser wird dabei an der Oberfläche eines entsprechenden, zumeist Kupfer enthaltenden Festkörperkatalysators umgesetzt.

Aus der DE 197 20 294 C1 ist ein Reformierungsreaktor bekannt, bei dem das Eduktgemisch über thermisch an die Verdampfungszone gekoppelte Zuleitungsplatten in der Verdampfungszone verdampft und anschließend der Reaktionszone zugeführt wird. Die Zulei-

tungsplatten sollen dabei nicht näher definierte Kanalstrukturen aufweisen.

Die ältere DE 199 04 398.1 offenbart eine gattungsgemäße Vorrichtung, bei der in einem Kanal das Eduktgemisch über eine beispielsweise mit Düsen versehene, als Doppelrohr ausgebildete Lanze einzelnen Katalysatorschichten (Module) zugeführt wird. Das äußere Rohr der Lanze steht in fester, thermisch leitender Verbindung mit dem Reaktor bzw. den Katalyseschichten.

Nachteilig ist bei beiden vorerwähnten Reaktortypen, daß die dort eingesetzten Eduktverteilssysteme, die Zuleitungsplatte bzw. die Lanze, zu Ungleichverteilungen des Eduktgemisches auf die einzelnen Module des Stapelreaktors führen und auch Druckschwankungen innerhalb des Verteilsystemes nicht ausgleichen können. Außerdem treten in den bekannten Verteilsystemen starke Druckschwankungen durch eine nur teil- bzw. bereichsweise Verdampfung des Eduktgemisches auf, was zu Pulsationen im Verteilsystem und letztlich zu Ungleichverteilungen auf die Module führt. Dies hat zur Folge, daß bei einer katalytischen Reaktion einige Reaktorbereiche übermäßig, andere wieder nicht ausreichend belastet sind, wobei unerwünschte thermische Gradienten innerhalb des Reaktors auftreten. Darunter leidet insgesamt die Effizienz und Reaktionsgeschwindigkeit einer derart geführten festkörperkatalysierten Reaktion.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zu schaffen, die eine gleichmäßige Verteilung des oder der Edukte auf die einzelnen Module unter Vermeidung von Pulsationen im Verteilsystem ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Demnach ragt jeweils ein Austrittsmittel

der Verteilereinheit in einen Raum hinein, und der Siedepunkt des Mediums in der Verteilereinheit liegt oberhalb der Temperatur des Mediums in der Verteilereinheit.

Bevorzugt ist der Strömungswiderstand im Bereich der Austrittsmittel so hoch, daß der Siedepunkt des Mediums im Austrittsmittel höher ist als der Siedepunkt des Mediums im zugeordneten Raum.

Vorzugsweise ist die Verteilereinheit zumindest im Bereich der Austrittsmittel gegenüber den Räumen thermisch entkoppelt. Vorzugsweise weisen die Austrittsmittel bzw. die letzte Verteilerstufe der Verteilereinheit gegenüber der oder den vorhergehenden Bereichen der Verteilereinrichtung einen höheren Strömungswiderstand für durchströmendes Edukt auf.

Bevorzugt wird der höhere Strömungswiderstand durch Mittel erzeugt, die einen Druckverlust bewirken, der auch bei von außen angelegtem Druck beibehalten wird. Dies wird durch Einbauten wie enge, schmale Kapillaren, Kanäle oder Sintermaterialien mit einstellbarer Porosität oder mäandrierenden Strukturen erreicht, deren Strömungswiderstand dem jeweiligen Verteilsystem und einer damit versorgten Vorrichtung, wie einem Reaktor oder Verdampfer, angepaßt sind.

Die thermische Isolierung des Verteilsystems von der Vorrichtung wird bevorzugt dadurch erreicht, daß thermisch nichtleitfähige Mittel oder Mittel mit geringer Wärmeleitung um das Verteilsystem angeordnet sind. Beispiele hierfür können Vakuumkammern, Gas oder thermisch schlechtleitende Keramiken sein. Diese bilden eine Ummantelung, die verhindert, daß die Reaktionswärme der Vorrichtung auf das Verteilsystem übertragen wird,

wodurch es zu den vorstehend erwähnten schädlichen Effekten kommt.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zur thermischen Isolierung besteht darin, daß Verteilsystem und Verdampferstrukturen in den Räumen beabstandet voneinander angeordnet sind. Damit kann in einfacher und effizienter Weise die Möglichkeit genutzt werden, daß Gas als bekannt schlechter Wärmeleiter zur Isolierung des Verteilsystems verwendet werden kann.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausschnitts eines bevorzugten Reaktors gemäß der Erfindung und

Fig. 3 zeigt eine Gesamtansicht eines bevorzugten Reaktors,

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausschnitts eines bevorzugten Verdampfers gemäß der Erfindung und

Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht des bevorzugten Verdampfers.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung gemäß der Erfindung am Beispiel eines Reaktors. Die Vorrichtung 1 ist zur Zuführung von Medien M zu parallelen, voneinander getrennten Räumen 3 vorgesehen. Mit einer Verteilereinheit 2 wird ein Medium M, z.B. ein Edukt oder ein Eduktgemisch, in flüssiger Form den Räumen 3 zugeführt und in den Räumen 3 durch Verdampferstrukturen verdampft. Die Verdampferstrukturen zum Verdampfen des flüssigen Mediums können z.B. durch die Begrenzungswände der Räume 3 gebildet werden oder auch durch Netze oder ähnliche Oberflächen. Die Verdampferstrukturen können auch katalytisch beschichtet sein. Das verdampfte Medium kann dann von der Verdampferstruktur aus zu einem Reaktionsbereich geleitet werden.

Die Verteilereinheit 2 setzt sich aus einer Zuführvorrichtung 7, 10, 20 zur Zufuhr des Mediums zu den Räumen 3 und Austrittsmitteln 21 zusammen, aus denen das Medium M von der Verteilereinheit 2 aus in die Räume 3 gelangt. Dabei weist die Verteilereinheit 2 eine gemeinsame Zuführeinheit 7 auf, durch die das Medium M in die Verteilereinheit 2 gelangt. In der dargestellten Verteilereinheit 2 sind beispielsweise zwei Verteilerstufen 10, 20 dargestellt, über die der Strömungsweg des Mediums M verzweigt. In der ersten Verteilerstufe 10 wird der Strömungsweg in zwei Teilstücke aufgeteilt, in der zweiten Verteilerstufe 20 wird der Strömungsweg auf insgesamt vier Teilstücke aufgeteilt. Über die letzte Verteilerstufe 20 wird das Medium M gezielt in die einzelnen Räume 3 verteilt.

Jeweils ein Austrittsmittel 21 der Verteilereinheit 2 ist einem einzigen Raum 3 zugeordnet. Die Austrittsmittel 21 ragen jeweils in den zugeordneten Raum 3 hinein. Das Medium M kann so

gezielt in den jeweils zugeordneten Raum 3 zudosiert werden. Dabei liegt der Siedepunkt  $T_s$  des Mediums M in der Verteilereinheit 2 oberhalb der Temperatur des Mediums in der Verteilereinheit 2. Damit ist gewährleistet, daß das Medium nicht in der Verteilereinheit 2 verdampfen kann. Dieses kann durch verschiedene Maßnahmen und Mittel bewirkt werden, die einzeln oder auch in Kombination miteinander angewendet werden können.

Vorzugsweise ist die Verteilereinheit 2 so ausgebildet, daß der Strömungswiderstand oder der Druckverlust in der Verteilereinheit 2 abhängig von einem Temperaturverlauf entlang der Verteilereinheit 2 variiert. Günstigerweise wird die Verteilereinheit 2 so ausgestaltet, daß der Strömungswiderstand oder der Druckverlust in der Verteilereinheit 2 proportional zur Temperatur der Verteilereinheit 2 ansteigt. Der Siedepunkt  $T_s$  des Mediums M ist dann an der heißesten Stelle der Verteilereinheit 2 am höchsten, so daß gewährleistet ist, daß kein Medium M innerhalb der Verteilereinheit 2 verdampfen kann.

Vorzugsweise weist zumindest die letzte Verteilerstufe 20 einen hohen Strömungswiderstand auf, der zu einem ausreichend hohen Druckabfall im Austrittsmittel führt, so daß der Siedepunkt  $T_s$  des Mediums M im jeweiligen Austrittsmittel 21 höher ist als die Umgebungstemperatur des Austrittsmittels 21 im jeweiligen Raum 3 bzw. die Temperatur des Mediums M im Austrittsmittel 21. So liegt etwa der Siedepunkt von Methanol bei einem Druck von 5 bar erheblich über dem Siedepunkt bei Normaldruck. Weist das Austrittsmittel 21 einen Druckverlust von 5 bar auf, so ist der Siedepunkt viel höher als der Siedepunkt im zugeordneten Raum 3.

Zweckmäßigerweise sind die Austrittsmittel 21 der Verteilereinheit 2 zumindest gegenüber den Räumen 3 thermisch entkoppelt,



vorzugsweise ist die gesamte Verteilereinrichtung 2 gegenüber den Räumen 3 thermisch entkoppelt. Das Austrittsmittel 21 kann in einer bevorzugten Ausführung durch eine Dosierspitze, eine Kapillare oder dergl. gebildet sein, die über eine Verdampferstruktur, etwa die heiße Begrenzungswand, in den Raum 3 ragt und von dieser Verdampferstruktur beabstandet ist. Es besteht keine festkörperwärmeleitende Verbindung zwischen dem Austrittsmittel 21 und dem Raum 3 bzw. der Verdampferstruktur des Raums 3. Das Medium wird in den Raum 3 eingespritzt, verdampft auf der Begrenzungswand des Raums und wird als Dampf weiter transportiert. Vorteilhafterweise sind die Austrittsmittel 21 im wesentlichen gleichartig ausgebildet.

Der besondere Vorteil ist, daß derart eine gute Gleichverteilung der Edukte oder des Eduktgemischs in den einzelnen Räumen 3 erzielt wird. Durch die thermische Entkopplung der Verteilereinrichtung 2 bzw. der Austrittsmittel 21 gegenüber den Räumen 3 wird verhindert, daß das Medium M bereits in der Verteilereinrichtung erhitzt und verdampft wird und eine Dampfbildung dann zu unerwünschten Pulsationen führt, welche die Gleichverteilung der Edukte stören könnte. Damit ist eine hochgenaue Dosierung des Mediums M möglich, so daß die Prozesse in den Räumen 3 sehr homogen ablaufen können. Dies ist besonders vorteilhaft in Verdampfern oder Reaktoren, die in Plattenbauweise oder Rohrbündelform ausgeführt und die in Systemen eingesetzt werden, in denen möglichst homogene Betriebsbedingungen erwünscht sind, etwa in Brennstoffzellensystemen.

Es können auch mehr als zwei Verteilerstufen 10, 20 in der Vorrichtung vorgesehen sein, zumindest ist jedoch eine Verteilerstufe 10 vorgesehen. Vorzugsweise ist der Strömungswiderstand der letzten Verteilerstufe 10 mit den Austrittsmitteln 21 mindestens um einen Faktor zehn größer ist als der Strömungswider-

stand im Medienströmungsweg der vorangegangenen Verteilerstufen 10 mit der gemeinsamen Zuführung 7. So ist etwa der Strömungswiderstand der letzten Verteilerstufe 20 mit dem Austrittsmittel 24 um mindestens einen Faktor 3, bevorzugt einen Faktor 10 größer als der Strömungswiderstand des Mediums M im Medienströmungsweg, der sich aus den Teilstücken 7, 10.1, 20.1 zusammensetzt.

Bevorzugt weicht der Strömungswiderstand zwischen verschiedenen Austrittsmitteln 21 der Verteilereinheit 2 um höchstens 20 %, bevorzugt höchstens 5% von einem Mittelwert des Strömungswiderstands der letzten Verteilerstufe mit den Austrittsmitteln 21 ab. Damit gelingt eine gute Gleichverteilung des Mediums in die verschiedenen Räume 3. Zur Erzeugung des höheren Strömungswiderstands sind zweckmäßigerweise Mittel zum Bewirken eines Druckverlusts vorgesehen, wobei die Mittel zum Bewirken eines Strömungswiderstands oder eines Druckverlusts aus Kapillaren, Kanalstrukturen und gesinterten, porösen Werkstoffen ausgewählt sind.

Neben der Möglichkeit, die Verteilereinrichtung 2, bevorzugt zumindest die Austrittsmittel 21 thermisch zu entkoppeln, indem diese nicht festkörperwärmeleitend mit den Wänden des Reaktors bzw. Verdampfers verbunden sind, besteht die Möglichkeit der thermischen Entkopplung auch darin, thermisch nicht leitfähige bzw. isolierende Mittel zumindest bereichsweise um die Verteilereinrichtung 2 anzuordnen. Ebenso ist es möglich, Kühleinrichtungen vorzusehen.

Ein höherer Strömungswiderstand der letzten Verteilerstufe 20 gegenüber dem Strömungswiderstand vor der letzten Verteilerstufe 20 bewirkt, daß unterschiedliche Strömungswiderstände der vorhergehenden Verteilerstufen 10 und/oder Zuführungen 7, wie

sie oftmals bei unterschiedlichen Größenverhältnissen der Zuführungsteilstücke zueinander auftreten oder auch durch Fertigungstoleranzen hervorgerufen werden, vernachlässigt werden können. Dadurch gelangt in jeden Raum 3 in etwa eine gleich große Menge Flüssigkeit M.

Durch die thermische Entkopplung der Verteilereinheit 2 zumindest im Bereich der Austrittsmittel 21 wird gewährleistet, daß die aus der Verdampfung der Edukte in der Verdampfungszone freiwerdende thermische Energie nicht zur bereichsweisen oder sogar gänzlichen Verdampfung des oder der Edukte in der Verteilereinrichtung 2 genutzt werden kann, wodurch in einfacher Weise Druckstöße und/oder übermäßige Druckzunahmen durch die Eduktverdampfung in der Verteilereinrichtung 2 vermieden werden können. Vorzugsweise ist die gesamte Verteilereinheit 2 thermisch von der Vorrichtung 1 entkoppelt.

In einer bevorzugten Ausführung wird die Vorrichtung 1 als Stapelreaktor verwendet, in den ein Verdampfer integriert ist und der zur Durchführung einer festkörperkatalysierten Reaktion mit aufeinanderfolgend angeordneten Katalysatorscheiben ausgebildet ist.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem derartigen bevorzugten Stapelreaktor, der das Prinzip des Reaktors verdeutlichen soll. Der Reaktor weist eine Anzahl aufeinandergestapelter Flächen 120 auf. Die Flächen 120 sind voneinander beabstandet und bilden Räume. Wandbegrenzungen sind der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt. Die Flächen 120 sind durchbrochen und so übereinander gestapelt, daß sich fluchtende Kanäle bilden, in die Austrittsmittel 112, 113, 114 der letzten Verteilerstufe 111 der Verteilereinheit 2 hineinragen. Die Austrittsmittel 112, 113, 114 sind als dünne Röhren ausgebildet, die von den

Reaktorwänden beabstandet sind. Die Austrittsmittel 112, 113, 114 enden in verschiedenen Räumen des Reaktors, von denen zwei Räume 105, 106 beispielhaft dargestellt sind.

In den Bereichen um die Austrittsmittel 112, 113, 114 ist jeweils eine Verdampfungszone 115 in oder auf den Flächen 120 vorgesehen. Aus den Austrittsmitteln austretende Flüssigkeit wird dort vollständig verdampft. Angrenzend an die Verdampfungszone 115 folgt eine Reaktionszone mit Katalysatorscheiben 103, welche für das verdampfte Medium durchlässig sind, wobei das Medium katalytisch dort umgesetzt wird. Das durch die Katalysatorscheiben 103 durchtretende Medium wird in einem Sammelkanal 107 aus der Reaktorzone weggeleitet. Dies ist durch Pfeile angedeutet. Zwischen jenen beiden Flächen 120, welche den Sammelkanal 107 und/oder andere, vergleichbare Sammelkanäle begrenzen, ist eine Abdichtung 110 vorgesehen, welche verhindert, daß verdampftes Medium anstatt durch die Katalysatorscheibe 103 in den Sammelkanal zu gelangen, durch den Kanal in den Sammelkanal 107 oder die Sammelkanäle gelangt.

Der Verdampfungsbereich 115 kann je nach Reaktortyp anders ausgestaltet sein. Die Wahl des Verdampfers hängt jedoch von der durchzuführenden Reaktion und dem Reaktordesign ab und ist daher im Rahmen der vorliegenden Erfindung beliebig.

Der bevorzugte Stapelreaktor wird beispielsweise als autothermer Reformierungsreaktor zur Gewinnung von Wasserstoff aus Kohlenwasserstoffen und Wasser, beispielsweise in mobilen Brennstoffzellensystemen verwendet, bei dem ein Brennmittel wie etwa Methanol oder sonstige Alkohole, Ether oder Kohlenwasserstoffe, mit hoher Dosiergenauigkeit verdampft werden müssen.

Eine andere, nicht dargestellte Ausführungsform des bevorzugten Stapelreaktors ist beispielsweise derjenigen nachempfunden, die in der EP 0 906 890 A1 beschrieben ist, wobei auf jede Katalysatorscheibe ein oder mehrere Austrittsmittel als entsprechend erfindungsgemäß ausgestaltetes Verteilersystem führen

In einer weiteren bevorzugten Ausführung wird die Vorrichtung gemäß Fig. 2 als Verdampfer verwendet. In diesem Fall sind keine Reaktionszonen mit Katalysatorscheiben 103 angrenzend an die Verdampfungszonen 115 vorgesehen, sondern der Dampf wird über einen oder mehrere Sammelkanäle 107 aus dem Verdampfer weggeleitet. In diesem Fall ist auch eine Maßnahme zur Abdichtung wie mit Abdichtungsmitteln 110 nicht notwendig, sondern es kann vorteilhaft ausgenutzt werden, daß ein Ausgleich der Dampfmenngen in den einzelnen Räumen 105, 106 über die Durchbrüche in den Flächen 120 um die Austrittsmittel 112, 113, 114 stattfinden kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch bevorzugt in gasbeheizten Gegenstromverdampfern eingesetzt werden. Ein weiteres bevorzugtes Einsatzgebiet stellen Reaktoren dar, in denen eine Reaktion mit großer Volumen- oder Molzunahme durch entstehende Produkte durchgeführt wird.

Die Räume 3, 105, 106 der Vorrichtung können durch Platten, Scheiben oder durch Rohre gebildet werden, wobei bei einer Mehrzahl von Platten, Scheiben oder Rohren jeweils ein Austrittsmittel 21, 112, 113, 114 einem Raum 3, 105, 106 zugeordnet ist, in die dieses hineinragt.

In Fig. 3 ist eine schematische Gesamtansicht des bevorzugten Reaktors bzw. Verdampfers der Fig. 2 dargestellt. Der Reaktor mit Flächen 120, Räumen 105, 106 und Verdampfungszone und/oder

Reaktionszone mit Katalysatorscheiben 103 ist insgesamt in der Zone H angeordnet. Zur Atmosphäre hin wird die Zone H mit Isolierplatten I abgeschlossen, welche den Reaktor bzw. den Verdampfer gegen die Außenwelt isolieren soll. Durch eine dieser Isolierscheiben I wird die Verteilereinrichtung 2 geführt und mit dem Gehäuse gasdicht verschraubt.

Die verschiedenen Verteilerstufen der Verteilereinheit 2 können sowohl innerhalb als auch außerhalb der Isolierscheiben I angeordnet sein.

Günstig ist die Verwendung der Vorrichtung in Verdampfern.

In Fig. 4 und Fig. 5 ist ein bevorzugter Verdampfer dargestellt. Dieser kann als medienbeheizter Gegenstromverdampfer oder auch als Gleichstromverdampfer ausgeführt sein.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf einen Raum 200 eines bevorzugten gasbeheizten Gegenstromverdampfers. Die Verteilereinheit 2 endet mit ihrer vorletzten Verteilerstufe am Eingang zum Austrittsmittel 25 des Raums 200. Dies kann insbesondere eine mäanderförmige Kanalstruktur in einer Platte des Plattenverdampfers sein. Das Medium M gelangt in diese Kanalstruktur des Austrittsmittels 25. Der Strömungswiderstand und der damit verbundene Druckverlust ist sehr hoch, so daß der Siedepunkt des Mediums stark erhöht wird. Das Medium M gelangt flüssig in den Verdampferbereich 115, welcher einen geringeren Strömungswiderstand hat und wird dort verdampft. Der Dampf gelangt dann in die Sammlerstruktur 30 und wird von dort aus dem Verdampfer weggeführt.

Angrenzend zu diesem Raum 200 ist ein weiterer Kanal 300 parallel zu Raum 200 vorgesehen, in dem das Heizmedium strömt. Bei

einem bevorzugten Gegenstromverdampfer ist das Heizmedium, etwa ein Heizgas oder Öl oder dergleichen, im Bereich der Sammlerstruktur 30 am heißesten und kühlt in Richtung Austrittsmittel 25 ab. Vorteilhaft ist, wenn die Bedingungen der Kanäle 200 und 300 so aufeinander abgestimmt sind, daß die Temperatur des Heizmediums im Bereich der Verdampfungszone 115 der Siedetemperatur des Mediums M in dieser Zone entspricht und spätestens am Übergang zum Austrittsmittel 25 stromab dann diese Temperatur unterschreitet. Die Temperatur des Heizmediums ist dann zwar immer noch relativ hoch, aber der Energieinhalt reicht nicht mehr aus, um das Medium M zu verdampfen, zumal dieses im Austrittsmittel 25 noch einen höheren Siedepunkt hat als im Bereich der Verdampfungszone 115.

In Fig. 5 ist eine Seitenansicht des bevorzugten Verdampfers in Plattenbauweise gezeigt. Das Medium M wird mittels der Verteilereinheit 2 den Austrittsmitteln 25 zugeführt. Aus dem Bereich der Austrittsmittel 25 gelangt das flüssige Medium M in den Verdampfungsbereich 115 und wird dort verdampft. Räume 200, in denen das Medium M verdampft wird, wechseln dabei mit Räumen 300, in denen das Heizmedium geführt wird, ab.

Zweckmäßig ist, wenn der Strömungswiderstand der Austrittsmittel 25 höher ist als der Strömungswiderstand der Räume, welche im Reaktor bzw. im Verdampfer stromab auf das Austrittsmittel folgen. Günstigerweise ist der Strömungswiderstand mindestens zweimal so groß, bevorzugt mindestens dreimal so groß, besonders bevorzugt mindestens zehnmal so groß.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung der Vorrichtung als Plattenreaktor in einem Brennstoffzellensystem. Eine weitere besonders vorteilhafte Verwendung der Vorrichtung ist deren Verwendung als Verdampfer in einem Brennstoffzellensystem.

XCELLSIS GmbH  
Stuttgart

FTP/S - kau  
07.08.2000

### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Zuführung von Edukten zu parallelen, voneinander getrennten Räumen (3, 106) mit einer Verteilereinheit (2), wobei Austrittsmittel (21, 112, 113, 114) der Verteilereinheit (2) den Räumen (3, 105, 106) zugeordnet sind, und wobei Verdampferstrukturen (115) zum Verdampfen flüssiger Medien in den Räumen (3, 105, 106) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils ein Austrittsmittel (21, 25, 112, 113, 114) der Verteilereinheit (2) in einen Raum (3, 105, 106, 200) hineinragt und an jeder Stelle in der Verteilereinheit (2) der Siedepunkt ( $T_s$ ) des Mediums oberhalb der Temperatur des Mediums in der Verteilereinheit (2) liegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Verteilereinheit (2) so ausgebildet ist, daß der Strömungswiderstand oder der Druckverlust in der Verteilereinheit (2) abhängig von einem Temperaturverlauf entlang der Verteilereinheit (2) variiert.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß der Strömungswiderstand oder der Druckverlust in der Verteilereinheit (2) proportional zur Temperatur der Verteilereinheit (2) ansteigt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,



daß zumindest die letzte Verteilerstufe (20, 111) einen Strömungswiderstand aufweist, der so hoch ist, daß der Siedepunkt ( $T_s$ ) im jeweiligen Austrittsmittel (21, 25, 112, 113, 114) höher ist als die Umgebungstemperatur des Austrittsmittels (21, 25, 112, 113, 114) im jeweiligen Raum (3, 105, 106, 200).

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Siedepunkt ( $T_s$ ) des Mediums (M) an der heißesten Stelle der Verteilereinheit (2) am höchsten ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verteilereinheit (2) zumindest im Bereich der Austrittsmittel (21, 25, 112, 113, 114) gegenüber den Räumen (3, 105, 106, 200) thermisch entkoppelt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verteilereinheit (2) zumindest im Bereich der Austrittsmittel (21, 25, 112, 113, 114) gegenüber den Räumen (3, 105, 106, 200) gekühlt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Medien mehreren Räume (3, 105, 106, 200) über eine gemeinsame Zuführeinheit (7) zuführbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verteilereinheit (2) zumindest eine Verteilerstufe (10, 20, 111) aufweist, über die die Medien von der gemeinsamen Zuführeinheit (7) in die Räume (3, 105, 106, 200) verteilbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

daß der Strömungswiderstand der letzten Verteilerstufe (20, 111) um mindestens einen Faktor 3 größer ist als der Strömungswiderstand der Verteilereinheit (2) vor der letzten Verteilerstufe (20, 111).

11. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungswiderstand zwischen verschiedenen Austrittsmitteln (21, 25, 112, 113, 114) der letzten Verteilerstufe (20, 111) um höchstens 20 % von einem Mittelwert des Strömungswiderstands der Austrittsmittel (21, 112, 113, 114, 200) abweicht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des höheren Strömungswiderstands Mittel zum Bewirken eines Druckverlusts vorgesehen sind, welche aus Kapillaren, Kanalstrukturen, Mäanderstrukturen und gesinterten, porösen Werkstoffen ausgewählt sind.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungswiderstand im Austrittsmittel (21, 22, 112, 113, 114) höher ist als in stromab liegenden Räumen der Vorrichtung.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß thermisch isolierende Mittel zumindest bereichsweise um die Verteilereinheit (2) angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Räume (3, 105, 106, 200) durch Rohre gebildet werden, wobei bei einer Mehrzahl von Rohren jeweils ein Austrittsmittel (21, 25, 112, 113, 114) in ein Rohr hineinragt.

16. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 1 als Plattenreaktor.

17. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 1 als Verdampfer in Plattenbauweise.

18. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 1 in einem Brennstoffzellensystem.

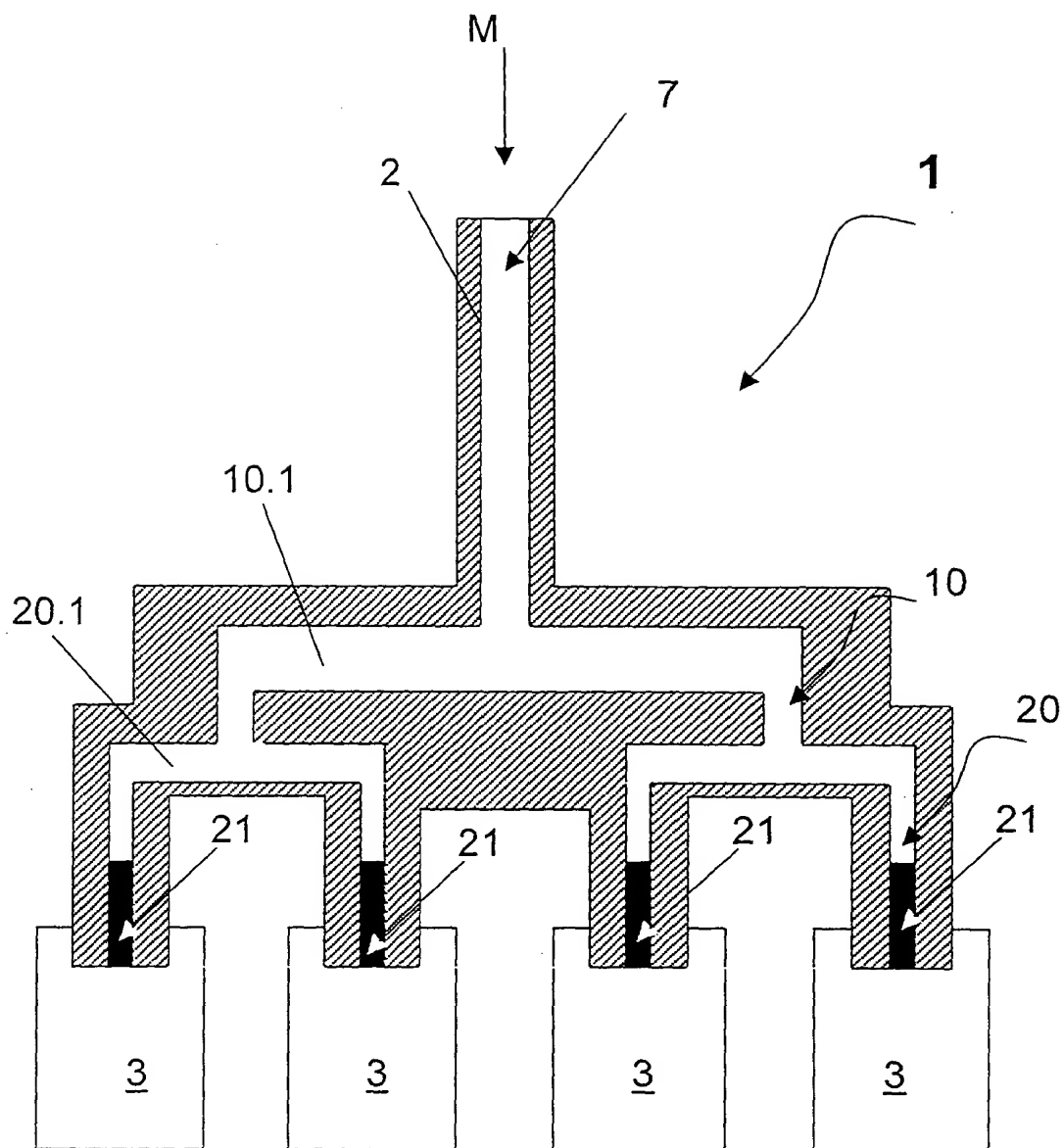
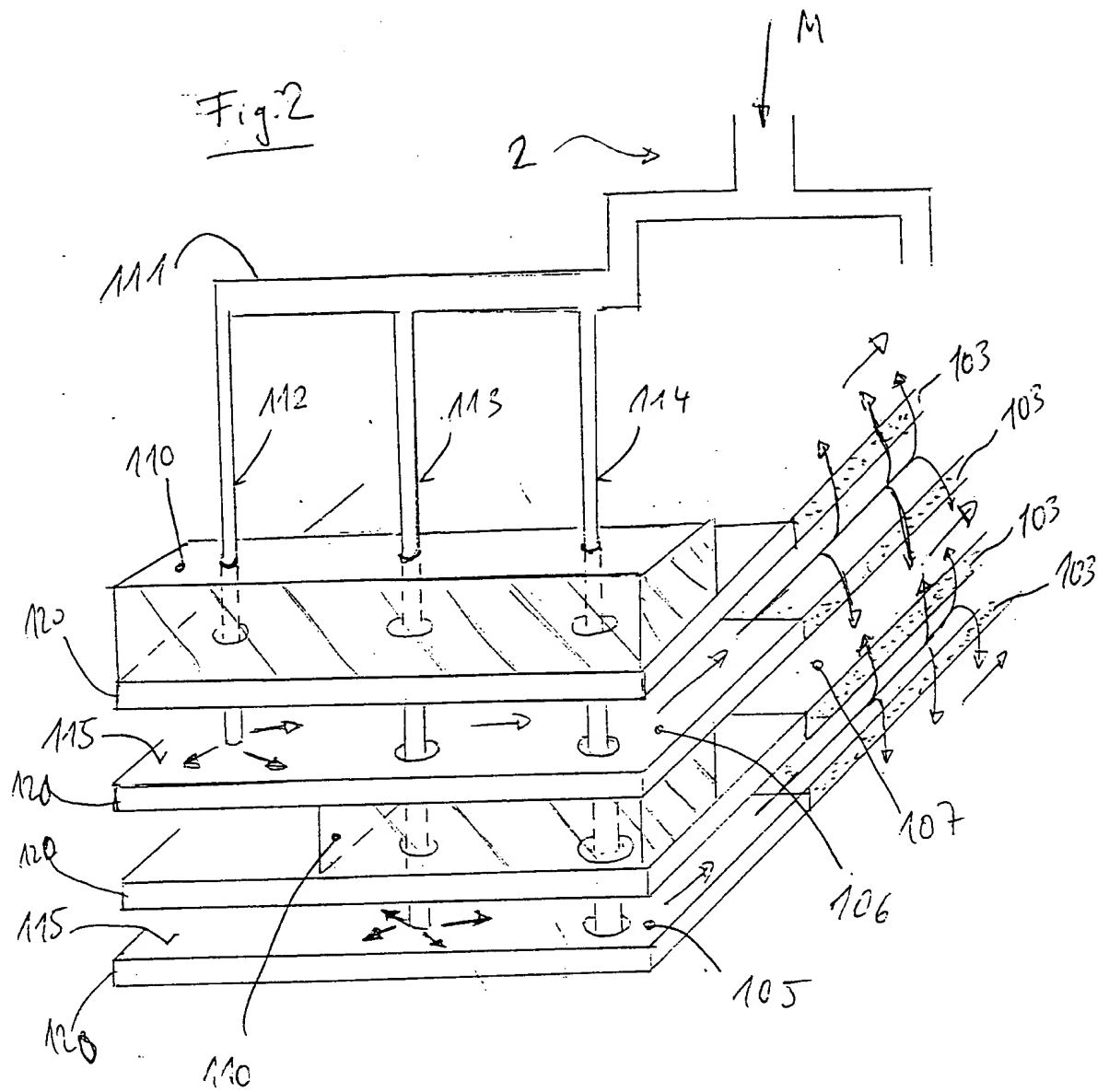


Fig. 1

Fig. 2



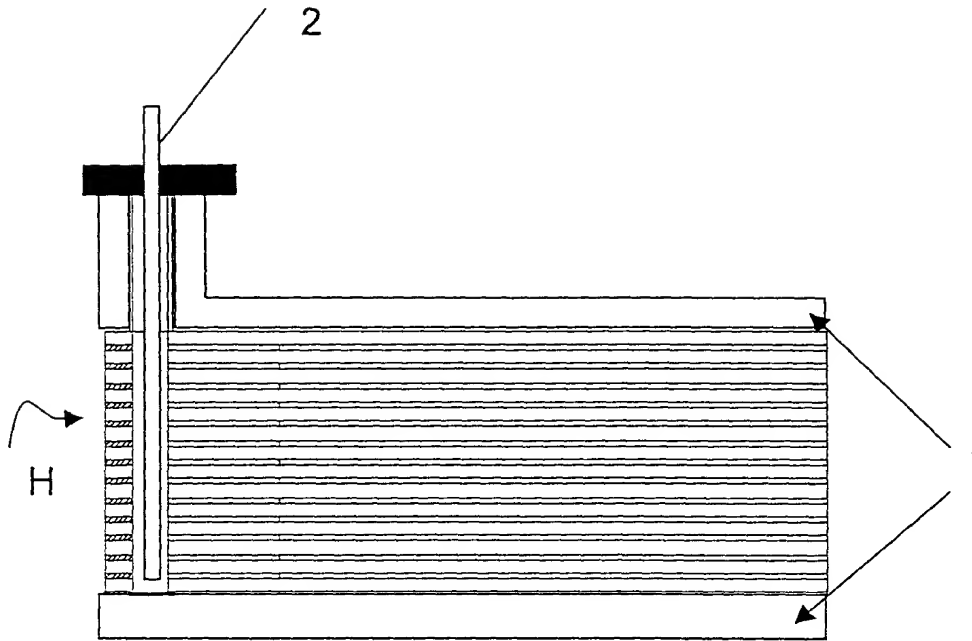


Fig. 3

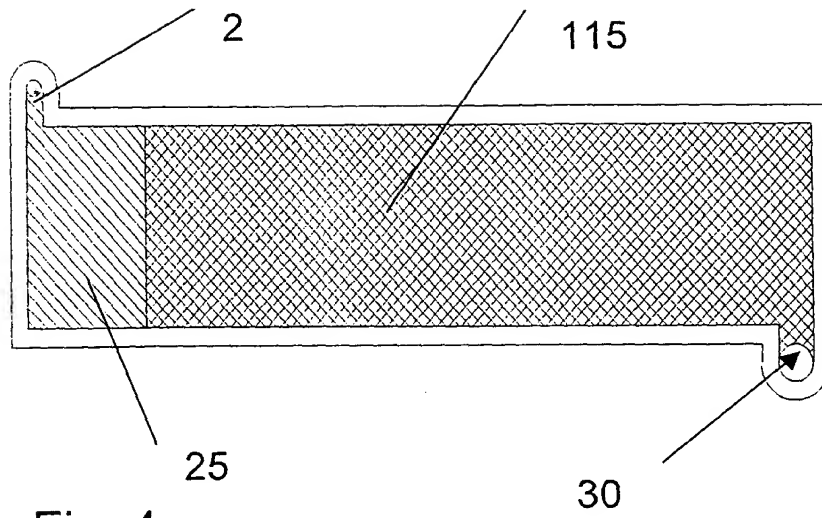


Fig. 4

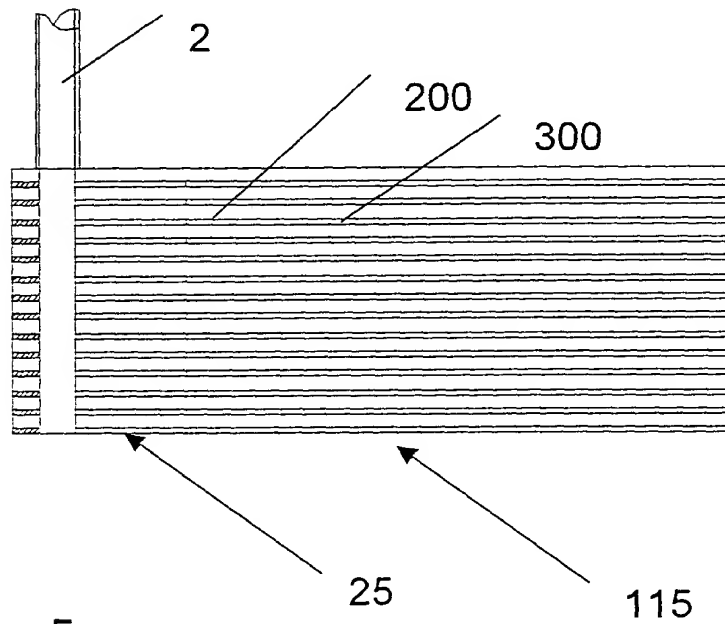


Fig. 5

XCELLSIS GmbH  
Stuttgart

FTP/S - kau  
03.08.2000

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zuführung von Edukten zu parallelen, voneinander getrennten Räumen mit einer Verteilereinheit, wobei Austrittsmittel der Verteilereinheit den Räumen zugeordnet sind, und wobei Verdampferstrukturen zum Verdampfen flüssiger Medien in den Räumen vorgesehen sind, wobei jeweils ein Austrittsmittel der Verteilereinheit in einen Raum hineinragt und der Siedepunkt des Mediums in der Verteilereinheit oberhalb der Temperatur des Mediums in der Verteilereinheit liegt.